

**PALOSAAREN SILLAN  
VOIMALAITOKSEN  
SAVUKAASUPÄÄSTÖJEN  
LEVIÄMISLASKEMA:  
KONEPAJANRANTA**

# VAASAN KAUPUNKI

Kati Vuohijoki, kaavoitusarkkitehti

# ENVINEER OY

Petri Tiitta

Janne Nuutinen

[etunimi.sukunimi@envineer.fi](mailto:etunimi.sukunimi@envineer.fi)

[www.envineer.fi](http://www.envineer.fi)

Y-tunnus: 2850396-1

Projektinumero: 12412-001

# SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto .....	4
2	Ilmanlaadun raja-arvot .....	4
3	Mallinnus .....	<b>Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.</b>
3.1	Ohjelmisto ja lähtötiedot .....	4
3.2	Mallinnustilanteet.....	6
3.3	Päästötiedot .....	7
3.4	Mallin epävarmuudet.....	7
4	Mallinnuksen tulokset .....	8

## LIITTEET

1. Reseptorikorkeus 31 m: mallinnetut 19. suurimmat NO<sub>2</sub>- tuntipitoisuudet
2. Reseptorikorkeus 31 m: mallinnetut NO<sub>2</sub> vuosikeskiarvot
3. Reseptorikorkeus 45 m: mallinnetut 19. suurimmat NO<sub>2</sub>- tuntipitoisuudet
4. Reseptorikorkeus 45 m: mallinnetut NO<sub>2</sub> vuosikeskiarvot
5. Reseptorikorkeus 65 m: mallinnetut 19. suurimmat NO<sub>2</sub>- tuntipitoisuudet
6. Reseptorikorkeus 65 m: mallinnetut NO<sub>2</sub> vuosikeskiarvot
7. Reseptorikorkeus 31 m: mallinnetut PM<sub>10</sub>-hiukkasten 36. suurimmat vuorokausipitoisuudet
8. Reseptorikorkeus 31 m: mallinnetut PM<sub>10</sub> vuosikeskiarvot
9. Reseptorikorkeus 45 m: mallinnetut PM<sub>10</sub>-hiukkasten 36. suurimmat vuorokausipitoisuudet
10. Reseptorikorkeus 45 m: mallinnetut PM<sub>10</sub> vuosikeskiarvot
11. Reseptorikorkeus 65 m: mallinnetut PM<sub>10</sub>-hiukkasten 36. suurimmat vuorokausipitoisuudet
12. Reseptorikorkeus 65 m: mallinnetut PM<sub>10</sub> vuosikeskiarvot

# 1 JOHDANTO

Työssä arvioitiin leviämislaskelmilla Vaasan Sähkö Oy:n Palosaaren sillan voimalaitoksen Witermolämpökattiloiden savukaasupäästöjen vaikutusta Konepajanrantaan suunniteltuun asuinalueeseen. Lämpökeskus koostuu kahdesta polttoaineteholtaan 33 MW suuruisesta kaukolämmön vara- ja huippukuormakattilasta, jotka purkavat savukaasunsa yhteiseen 61 m korkeaan tiilipiippuun. Tässä raportissa on arvioitu leviämislaskelmilla mitkä ovat lämpökeskuksen päästöjen vaikutukset ilmanlaatuun erityisesti korkeiden rakennusten osalta.

## 2 ILMANLAADUN RAJA-ARVOT

Ympäristön sietokyvyn ja terveystarkkuuksien arvioinnissa on hyödynnetty valtioneuvoston ilmanlaadusta antaman asetuksen (79/2017) mukaisia raja-arvoja. Asetuksen mukaisilla raja-arvoilla tarkoitetaan tieteellisin perustein terveyshaittojen ehkäisemiseksi ja vähentämiseksi vahvistettuja ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia. Raja-arvot terveyshaittojen ehkäisemiseksi koskevat alueita, joilla asuu tai oleskelee ihmisiä ja joilla ihmiset saattavat altistua ilman epäpuhtauksille. Terveystarkkuuksien suojelemiseksi raja-arvot on asetettu rikkidioksidille (SO<sub>2</sub>), typpidioksidille (NO<sub>2</sub>), hiukkasille (PM<sub>10</sub>), lyijylle (Pb), hiilimonoksidille (CO) sekä bentseenille (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>). Hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) VNA 79/2017 mukaiset raja-arvot ovat esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Ulkoilman typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuudelle annetut raja-arvot (Valtioneuvoston asetus 79/2017).

Yhdiste	Ajanjakso	Raja-arvo (µg/m <sup>3</sup> )	Sallitut ylitykset
Typpidioksidi (NO <sub>2</sub> )	Tunti	200	18 kpl / kalenterivuosi
	Vuosi	40	-
Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> )	Vuorokausi	50	35 kpl / kalenterivuosi
	Vuosi	40	-

## 3 MALLINNUS

### 3.1 Ohjelmisto ja lähtötiedot

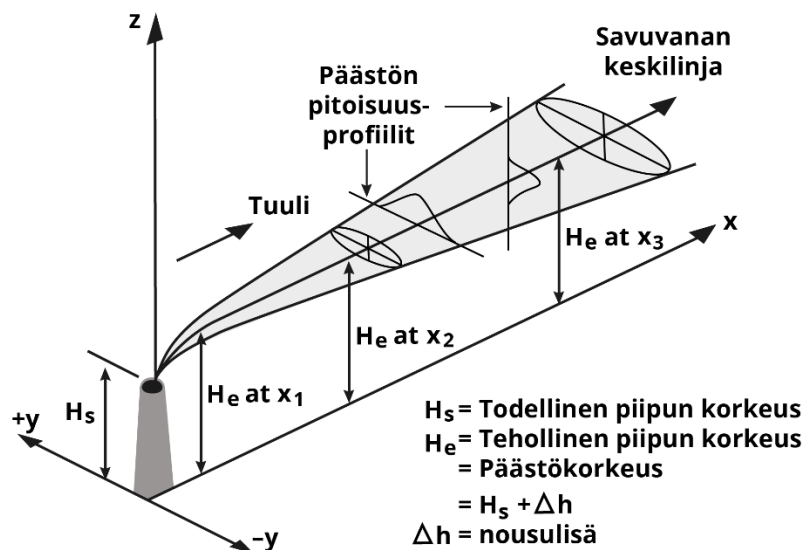
Ilmanlaatuvaikutusten arviot perustuvat eri toimintojen päästölaskelmiin sekä pölypäästöjen leviämismallinnukseen mallinnukseen. Leviämislaskelmat on tehty Yhdysvaltain

Ympäristönsuojeluviraston EPA:n kehittämällä matemaattisfysikaalisella AERMOD-mallilla (Gaussian leviämismalli), joka on viranomaisten hyväksymänä käytössä Suomen lisäksi yli 70 maassa.

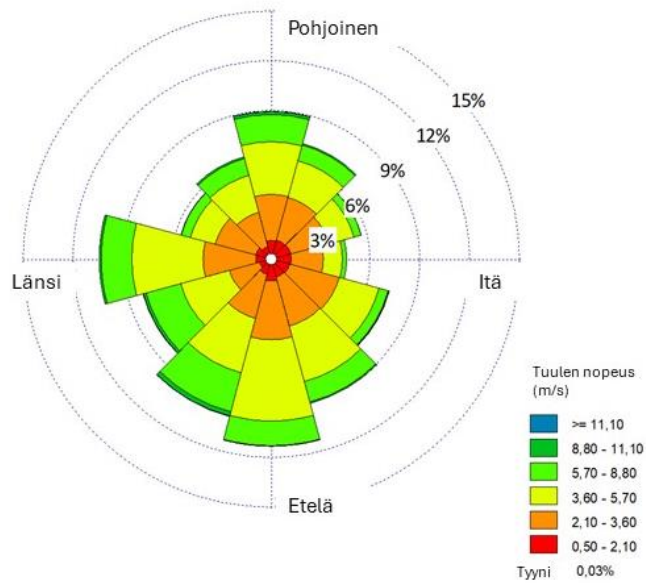
Malli huomioi päästövanan korkeutta laskiessaan päästökorkeuden ( $H_s$ ), päästön virtausnopeuden ja lämpösisällön. Tuulennopeuden oletetaan edustavan savuviuhkan kulkeutumisenopeutta ja se määritetään savuviuhkan keskiakselin korkeudelle ( $H_e$ ). Gaussin vanamallin lisäksi malli sisältää osamalleja esim. päästöjen vaihteluiden ja rakennusten virtaushäiriöiden käsittelemiseksi. Pitoisuuksien leviämisen laskennassa huomioidaan myös maaston korkeuserot (**Kuva 1**).

Laskentamalli käyttää epäpuhtauspitoisuuksien laskennassa meteorologisen tilanteen tuntikeskiarvoja (ulkoilman lämpötila, tuulen nopeus, tuulen suunta, pilvisuus, pilvien korkeus). Laskenta etenee tunnin aika-askeleella, kunnes koko kolmen vuoden säätietojen aikasarja on käyty läpi. Leviämismalli soveltuu sekä hiukasmaisten että kaasumaisten poistokaasujen komponenttien, hajun, hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ), pienhiukkasten ( $PM_{2,5}$ ), leijuvan pölyn (TSP) ja laskeuman leviämisen tarkasteluun.

Mallinnukset tehtiin noin 7\*8 km kokoiselle alueelle Vaasan kaupunkialueelle. Mallin laskentapisteen sijaintivat 100 metrin välein ja suunniteltavien rakennusten räystäskorkeudelle lisättiin lisäksi laskentareseptorit. Hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) ja  $NO_2$ -pitoisuuksien ilmanlaadun raja-arvoja vastaavat tunti-, vuorokausi- ja vuosikeskiarvot määritettiin laskentapisteeissä, ja tuloksia verrattiin tämän jälkeen ilmanlaadun raja-arvoihin. Mallinnuksessa käytettiin kolmen vuoden reaalisäädädataa (2021–2023) Ilmatieteen laitoksen Klemettilän sääasemalta vallitsevan tuulensuunnan ollessa etelä-länsi (**Kuva 2**).



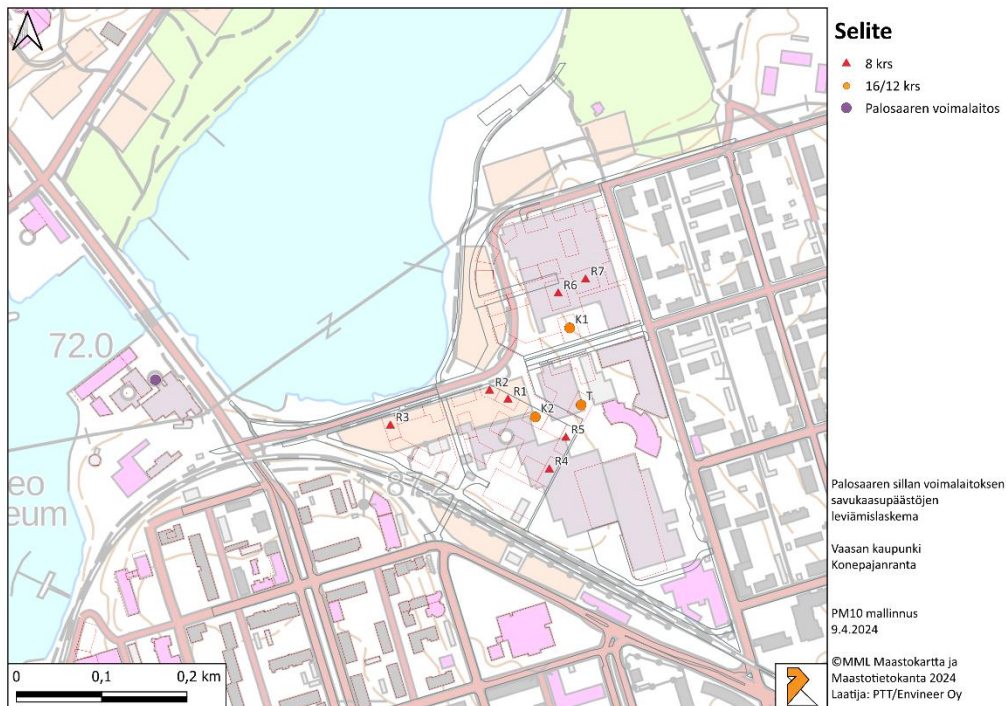
Kuva 1. Päästövanan leviäminen gaussilaisen mallin mukaan (Johnson, 2022)



**Kuva 2.** Vaasan Klemettilän sääaseman tuuliolosuhteet vuosina 2021–2023. Säätietoja hyödynnettiin leviämismallinnuksessa.

### 3.2 Mallinnustilanteet

Mallinnuksen avulla arvioitiin Palosaaren sillan voimalaitoksen päästöjen vaikutusta suunniteltuun Konepajan rannan asunalueeseen ja varsinkin sen korkeimpiin rakennuksiin: 18-kerroksinen tornitalo, 2 x 12-kerroksinen kerrostalo ja 7 x 8-kerroksinen kerrostalo (**Kuva 3**). Leviämismallilla laskettiin PM<sub>10</sub> ja NO<sub>2</sub> -pitoisuudet korkeuksille 31 m, 45 m ja 65 m vastaten korkeiden rakennusten räystäskorkeutta.



**Kuva 3.** Mallinnuksessa käytetyt tarkastelupisteet Konepajanrannan alueella: T = 18 krs tornitalo, K1 ja K2 ovat 12 krs rakennukset ja R1-R7 ovat 8 krs rakennukset.

### 3.3 Päästötiedot

Laskennoissa oletettiin lämpökattilan toimivan nimellistehollaan läpi tarkasteluajan ja polttoaineena käytettävän kevyttä polttoöljyä. Pitoisuuksina käytettiin ympäristöluvan LSSAVI 5646/2014 raja-arvoja (NO<sub>2</sub> 450 mg/m<sup>3</sup>n, PM 30 mg/m<sup>3</sup>n). Virtaamina käytettiin viimeisimmän päästömittausraportin arvoja (Eurofins, 2023) (**Taulukko 2**).

**Taulukko 2.** Vaasan Sähkön Palosaaren sillan lämpökattilan savukaasupäästöjen leviämislaskennoissa käytettyjä lähtötietoja.

Parametri	Yksikkö	Kattila
Teho	MW	33
Poistokanavan halkaisija	[m]	1,99
Poistokaasun lämpötila	[°C]	142
Poistokaasun tilavuusvirta	[m <sup>3</sup> /s]	14,3
<b>Epäpuhtauksien massavirta</b>		
NO <sub>x</sub>	[g/s]	3,7
PM <sub>10</sub>	[g/s]	0,25

### 3.4 Mallin epävarmuudet

Leviämislaskelmien kokonaisepävarmuus koostuu pääosin päästötietojen epävarmuuksista (10–40 %), sääaineiston ja sen edustavuuden epävarmuuksista (10–30 %) ja laskennan epävarmuuksista (10–20 %). Lopputuloksen luotettavuus yksittäisessä pisteessä on heikoimmillaan tuntipitoisuuksia laskettaessa ja sen edustavuus paranee pitempiä aikavälejä laskettaessa. Epävarmuudet ovat pienempiä verrattaessa mallinnustuloksia keskenään. Mallinnus huomioi päästön leviämisen ja laimenemisen, joten yleisellä tasolla arvioituna mallinnus antaa yliarvion vaikutuksista ja tuloksia voidaan tarkastella pahimpana mahdollisena tilanteena.



## 4 MALLINNUKSEN TULOKSET

Leviämismallinnuksen tuloksia on tarkasteltu tunti-, vuorokausi- ja vuosipitoisuuksien osalta Konepajarannan tarkastelupisteissä (**Taulukko 3**) ja mallinnetut pitoisuudet ovat esitettyinä liitteissä 1–12. Mallinnusten tuloksia ja leviämisalueita tarkasteltaessa on huomioitava, että **pitoisuuskäyrät eivät edusta koko tarkastelualueella samanaikaisesti vallitsevaa tilannetta, vaan pitoisuuksien suurimmat arvot esiintyvät eri laskentapisteissä eri ajankohtina.**

*Taulukko 3. Mallinnusten tuloksena saadut korkeimmat typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten raja-arvoihin verrannolliset pitoisuudet rakennusten räystäskorkeudella.*

Tarkastelu- piste	Kerrosten lkm.	PM10		NO <sub>2</sub>	
		24 h	Vuosi	h	Vuosi
Tornitalo	18	0,70	0,14	54,7	2,10
K1	12	0,46	0,09	27,9	1,40
K2	12	0,53	0,10	28,8	1,47
R1	8	0,40	0,07	19,8	0,98
R2	8	0,41	0,08	21,0	1,03
R3	8	0,42	0,07	21,3	0,87
R4	8	0,32	0,06	12,8	0,68
R5	8	0,34	0,06	15,8	0,79
R6	8	0,29	0,06	14,3	0,88
R7	8	0,27	0,06	13,4	0,82

Tulokset ovat terveyshaittojen ehkäisemiseksi annettuihin raja-arvoihin (79/2017) verrattavia pitoisuuksia. PM<sub>10</sub>-pitoisuuden vuorokausiraja-arvon 50 µg/m<sup>3</sup> ylityksiä sallitaan 35 kappaletta ennen kuin raja-arvon katsotaan ylittyvän. Vuosikeskiarvopitoisuuden raja-arvo on 40 µg/m<sup>3</sup>. Vastaavasti NO<sub>2</sub>-pitoisuuden tuntiraja-arvon 200 µg/m<sup>3</sup> ylityksiä sallitaan 18 kappaletta ennen kuin raja-arvon katsotaan ylittyvän. Vuosikeskiarvopitoisuuden raja-arvo on 40 µg/m<sup>3</sup>.

Mallinnusten perusteella Palosaaren voimalaitoksen **toiminnasta ei tarkastelukorkeuksissa aiheudu raja-arvojen ylittymisiä Konepajarannan alueella.**

Mallinnusten perusteella voidaan todeta seuraavaa:

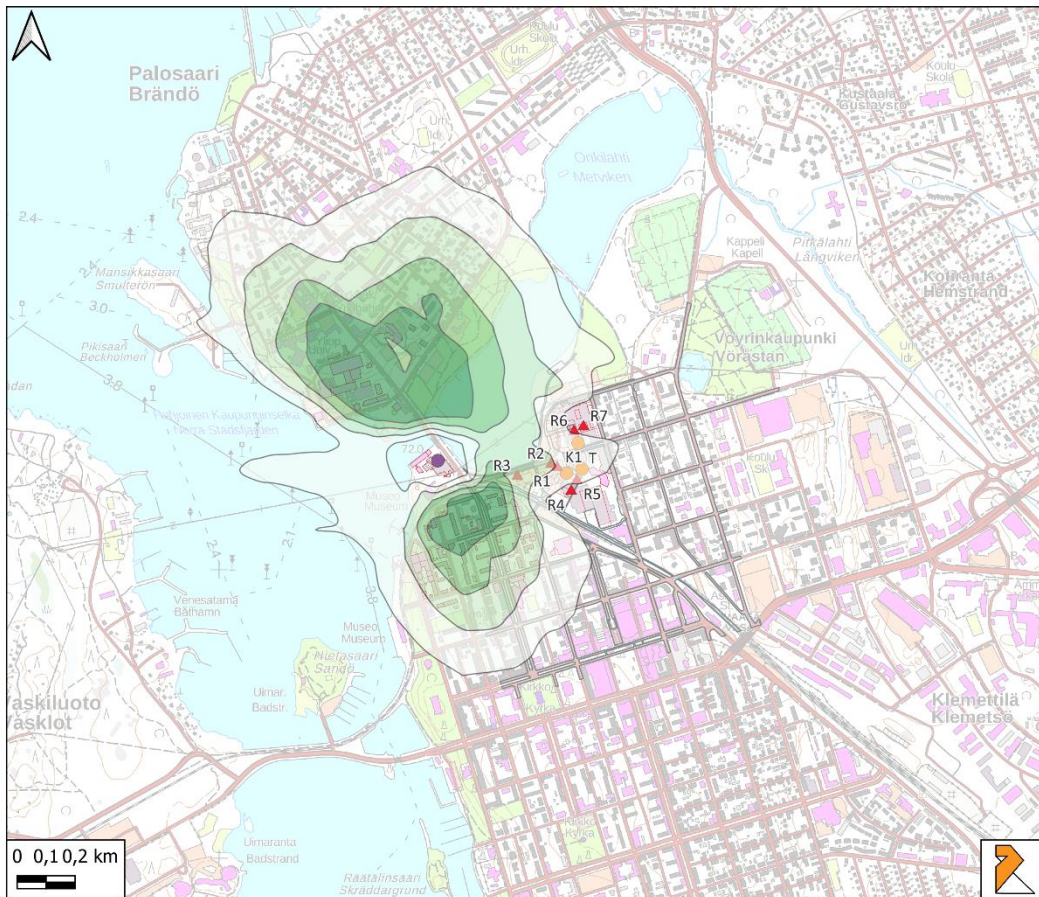
- Mallinnetut hiukkaspitoisuudet ovat matalia
- Suurimmat pitoisuudet havaitaan tornitalon räystäskorkeudelle
- Vuosikeskiarvopitoisuudet olivat selvästi alle raja-arvon kaikissa mallinnoissa.
- Leviämismallinnuksen perusteella hengitettävien hiukkasten ja NO<sub>2,n</sub> pitoisuudet alittavat ilmanlaadun raja-arvot Konepajarannan alueella.
- Yhteisvaikutusta muiden päästölähteiden ei ole huomioitu tarkastelussa



# LÄHTEET

Eurofins (2023). *Vaasan sähkö Oy. Savukaasupäästömittaukset 6.-8.2.2023.* (Raportti 23R124).

Johnson, J.B. (2022): *Introduction to Atmospheric Pollutant Dispersion Modelling.* Environ. Sci. Proc., 2022, 19, 18. <https://doi.org/10.3390/ecas2022-12826>.



### Selite

- ▲ 8 krs
  - 16/12 krs
  - Palosaaren voimalaitos
- NO<sub>2</sub>-pitoisuus (ug/m<sup>3</sup>)
- 15 - 20
  - 20 - 25
  - 25 - 30
  - > 30

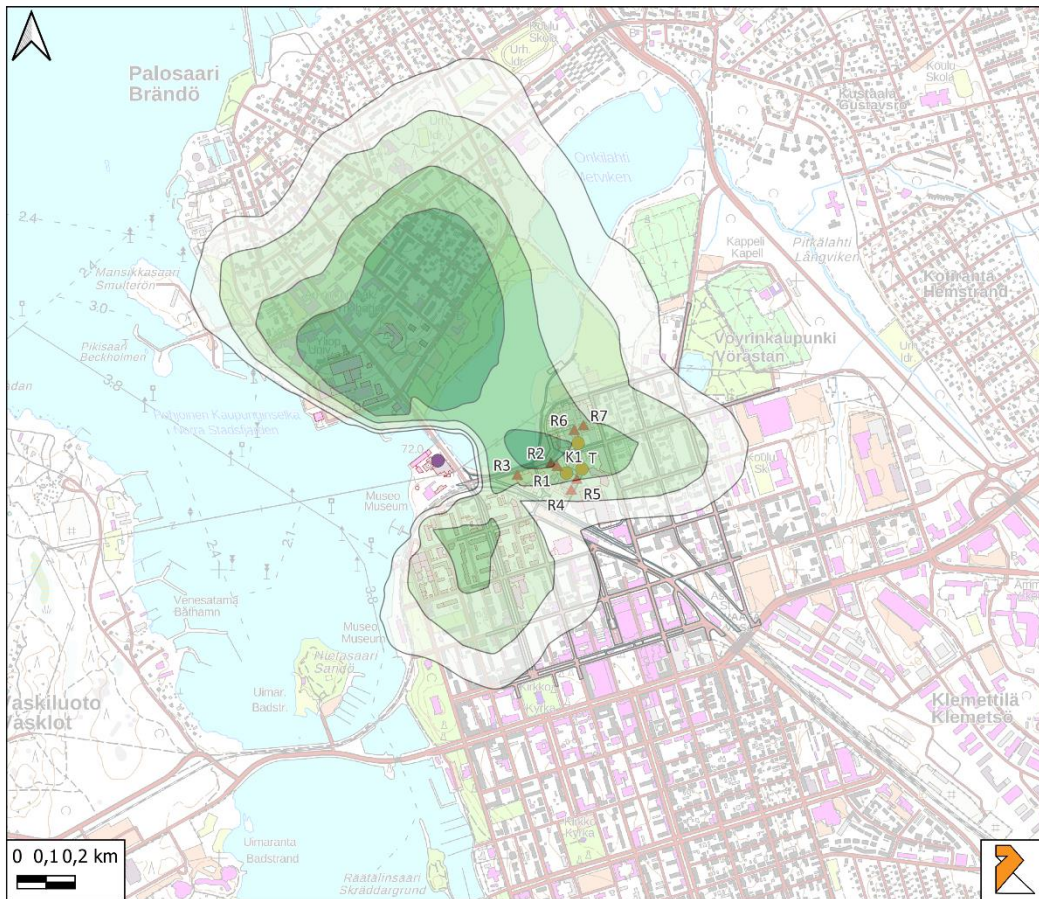
Liite 1: Reseptoripiste 31 m  
Vuoden 19. korkein  
tuntiarvo

Palosaaren sillan voimalaitoksen  
savukaasupäästöjen  
leviämislaskema

Konepajanranta

NO<sub>2</sub> mallinnus  
9.4.2024

©MML Maastokartta ja  
Maastotietokanta 2024  
Laatija: PTT/Envieer Oy



### Selite

- ▲ 8 krs
  - 16/12 krs
  - Palosaaren voimalaitos
- NO<sub>2</sub>-pitoisuus (ug/m<sup>3</sup>)
- 0,5 - 0,6
  - 0,6 - 0,8
  - 0,8 - 1,0
  - > 1,0

Liite 2: Reseptoripiste 31 m Vuosikeskiarvo

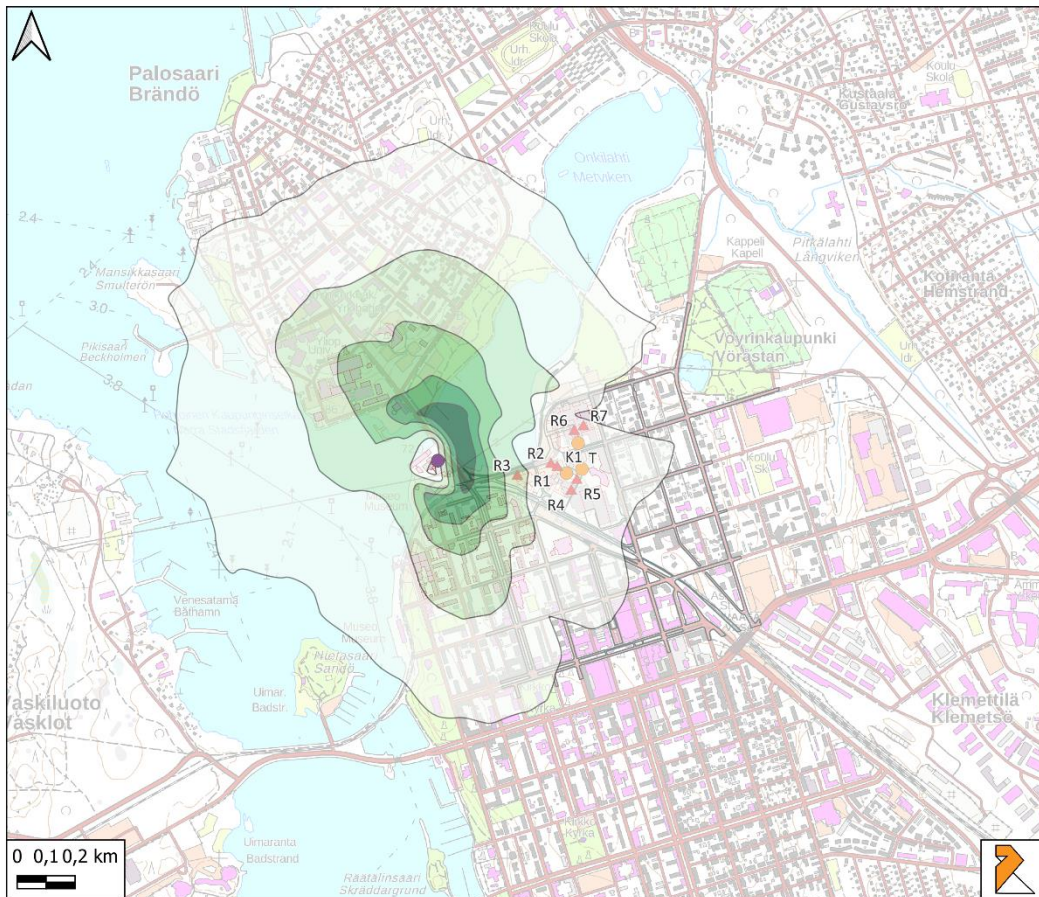
Palosaaren sillan voimalaitoksen savukaasupäästöjen leviämislaskema

Konepajannranta

NO<sub>2</sub> mallinnus  
9.4.2024

©MML Maastokartta ja Maastotietokanta 2024  
Laatija: PTT/Envineer Oy





### Selite

- ▲ 8 krs
  - 16/12 krs
  - Palosaaren voimalaitos
- NO<sub>2</sub>-pitoisuus (ug/m<sup>3</sup>)
- 20 - 40
  - 40 - 60
  - 60 - 80
  - 80 - 100
  - >100

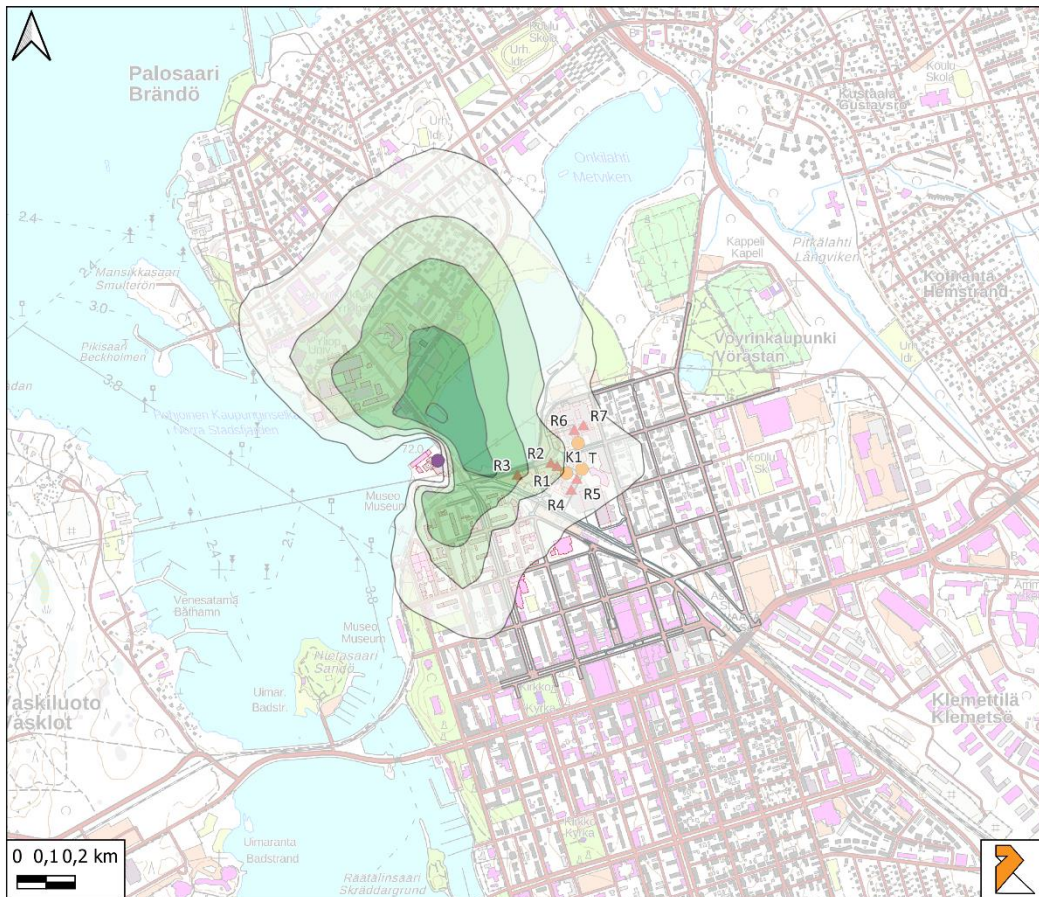
Liite 3: Reseptoripiste 45 m  
Vuoden 19. korkein  
tuntiarvo

Palosaaren sillan voimalaitoksen  
savukaasupäästöjen  
leviämislaskema

Konepajanranta

NO<sub>2</sub> mallinnus  
9.4.2024

©MML Maastokartta ja  
Maastotietokanta 2024  
Laatija: PTT/Envieer Oy



### Selite

- ▲ 8 krs
- 16/12 krs
- Palosaaren voimalaitos
- NO<sub>2</sub>-pitoisuus (ug/m<sup>3</sup>)
- 1 - 1,5
- 1,5 - 2,0
- 2,0 - 3,0
- > 3,0

Liite 4: Reseptoripiste 45 m Vuosikeskiarvo

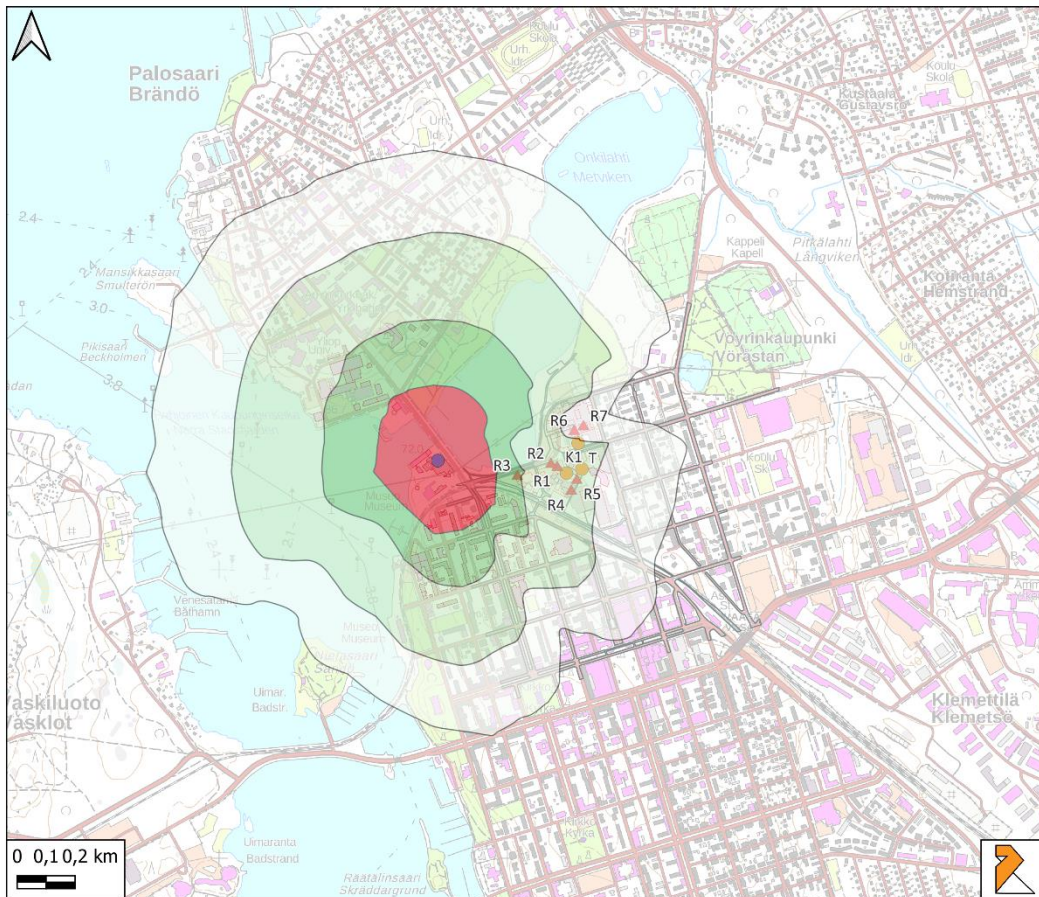
Palosaaren sillan voimalaitoksen savukaasupäästöjen leviämislaskema

Konepajannranta

NO<sub>2</sub> mallinnus  
9.4.2024

©MML Maastokartta ja  
Maastotietokanta 2024  
Laatija: PTT/Envineer Oy





### Selite

- ▲ 8 krs
  - 16/12 krs
  - Palosaaren voimalaitos
- NO<sub>2</sub>-pitoisuus (ug/m<sup>3</sup>)
- 30 - 50
  - 50 - 100
  - 100 - 150
  - 150 - 200
  - > 200

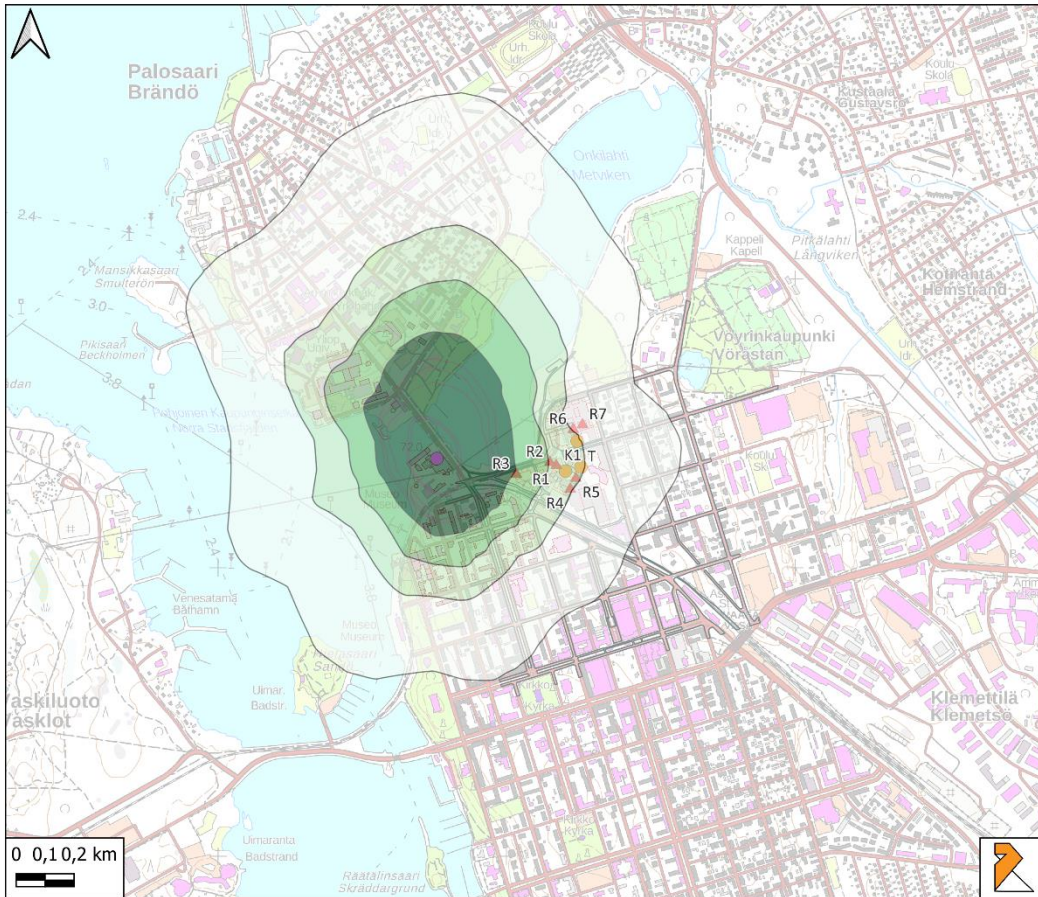
Liite 5: Reseptoripiste 65 m  
Vuoden 19. korkein  
tuntiarvo

Palosaaren sillan voimalaitoksen  
savukaasupäästöjen  
leviämislaskema

Konepajanranta

NO<sub>2</sub> mallinnus  
9.4.2024

©MML Maastokartta ja  
Maastotietokanta 2024  
Laatija: PTT/Envieer Oy



### Selite

- ▲ 8 krs
  - 16/12 krs
  - Palosaaren voimalaitos
- NO<sub>2</sub>-pitoisuus (ug/m<sup>3</sup>)
- 1,0 - 2,0
  - 2,0 - 3,0
  - 3,0 - 4,0
  - 4,0 - 5,0
  - > 5,0

Liite 6: Reseptoripiste 65 m Vuosikeskiarvo

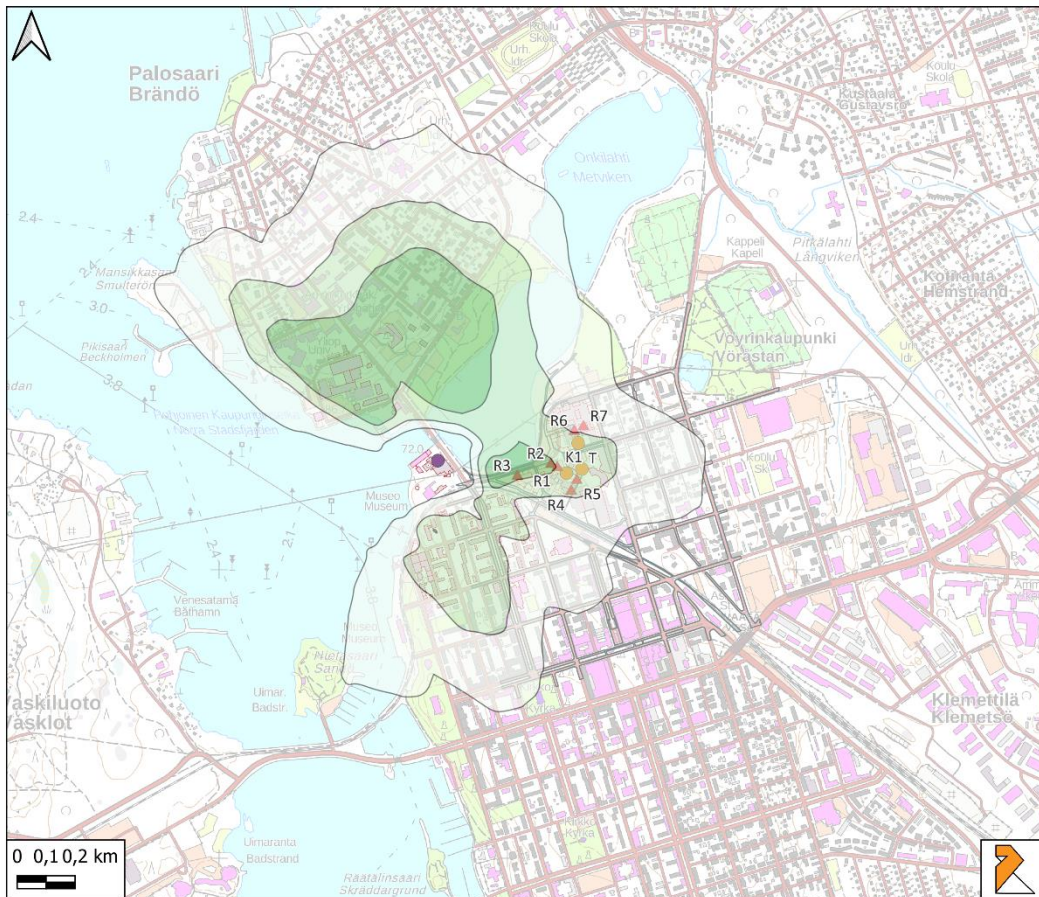
Palosaaren sillan voimalaitoksen savukaasupäästöjen leviämislaskema

Konepajannranta

NO<sub>2</sub> mallinnus  
9.4.2024

©MML Maastokartta ja Maastotietokanta 2024  
Laatija: PTT/Envineer Oy





### Selite

- ▲ 8 krs
- 16/12 krs
- Palosaaren voimalaitos
- PM10-pitoisuus (ug/m3)
- 0,2 - 0,3
- 0,3 - 0,4
- > 0,4

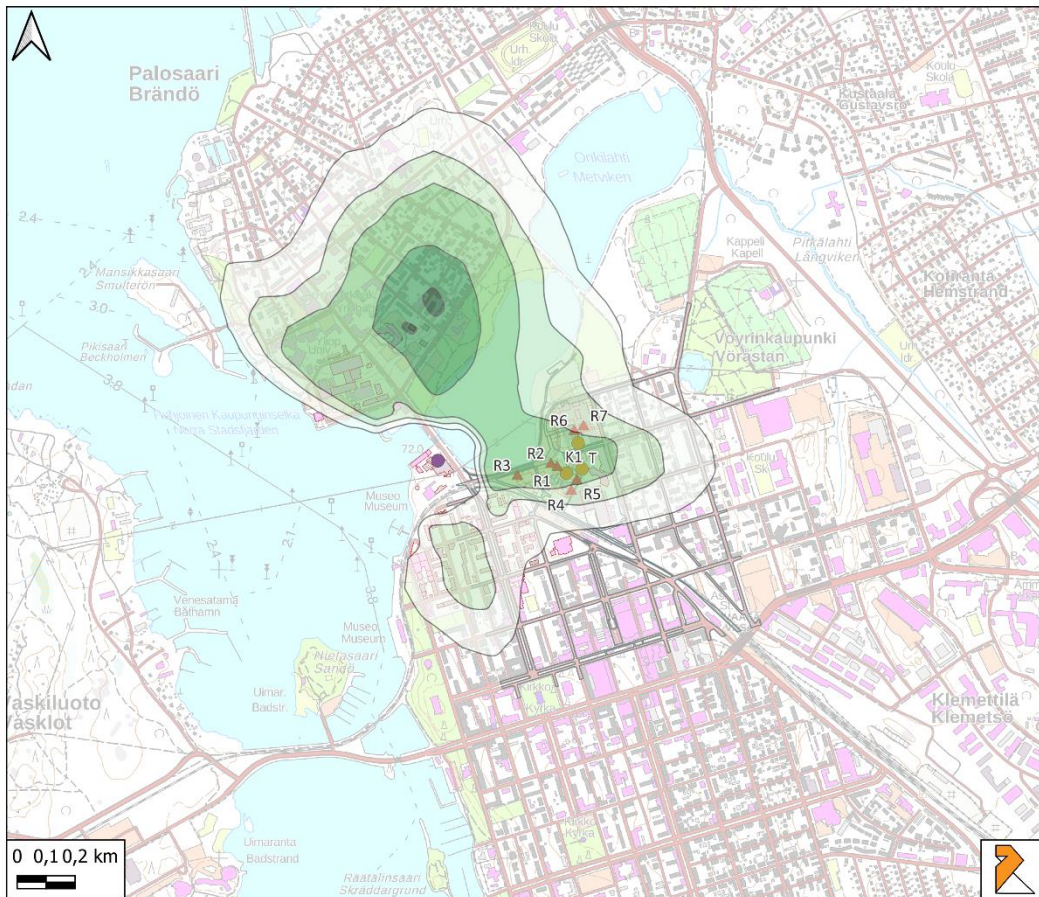
Liite 7: Reseptoripiste 31 m  
Vuoden 36. korkein  
vuorokausiarvo

Palosaaren sillan voimalaitoksen  
savukaasupäästöjen  
leviämislaskema

Konepajanranta

PM10 mallinnus  
9.4.2024

©MML Maastokartta ja  
Maastotietokanta 2024  
Laatija: PTT/Envieer Oy



### Selite

- ▲ 8 krs
  - 16/12 krs
  - Palosaaren voimalaitos
- PM10-pitoisuus (ug/m3)
- 0,04 - 0,05
  - 0,05 - 0,06
  - 0,06 - 0,08
  - 0,08 - 0,1
  - > 1,0

Liite 8: Reseptoripiste 31 m Vuosikeskiarvo

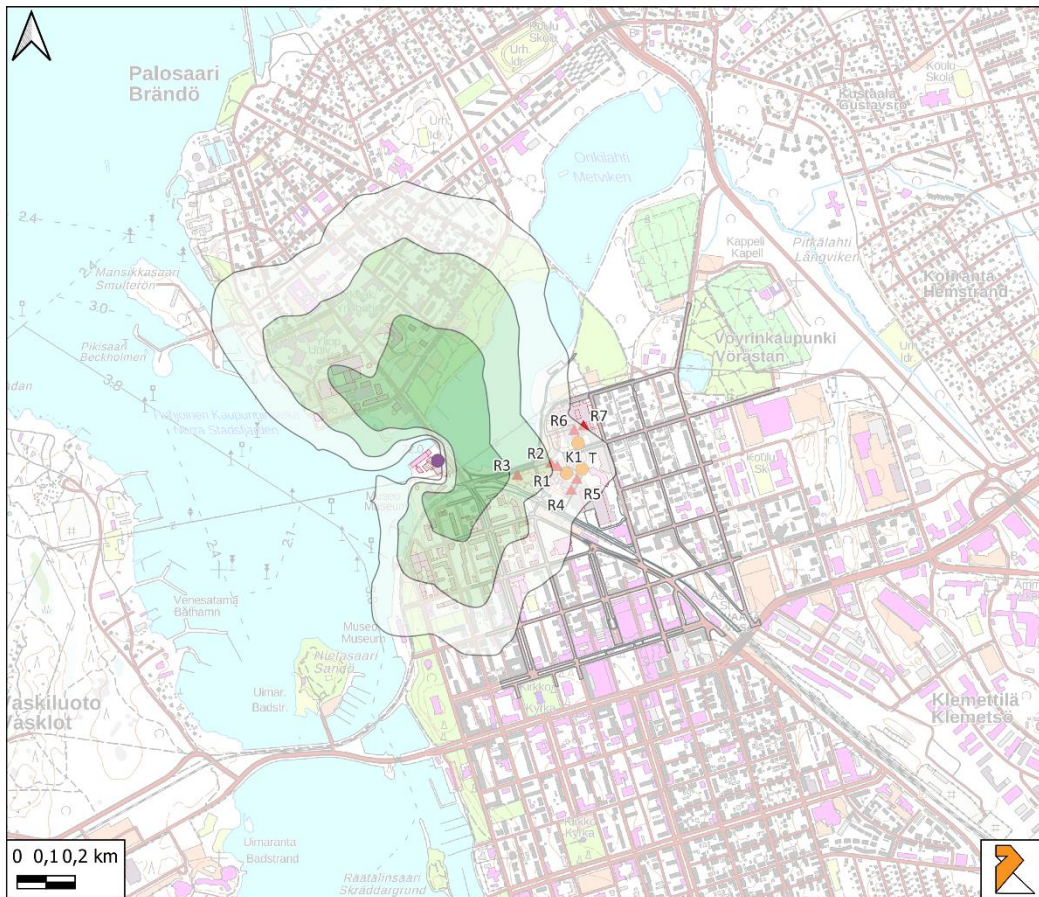
Palosaaren sillan voimalaitoksen savukaasupäästöjen leviämislaskema

Konepajannranta

PM10 mallinnus  
9.4.2024

©MML Maastokartta ja  
Maastotietokanta 2024  
Laatija: PTT/Envineer Oy





### Selite

- ▲ 8 krs
- 16/12 krs
- Palosaaren voimalaitos
- PM10-pitoisuus (ug/m3)
- 0,4 - 0,6
- 0,6 - 1,0
- > 1,0

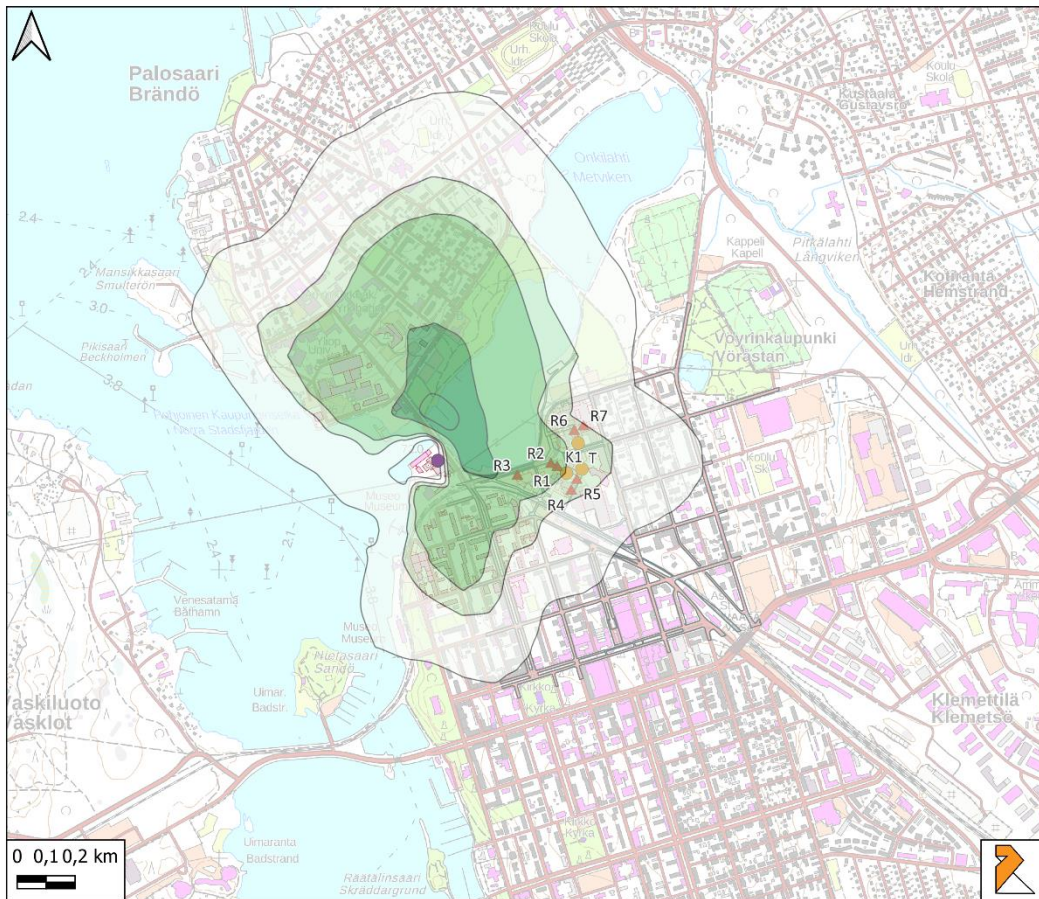
Liite 9: Reseptoripiste 45 m  
Vuoden 36. korkein  
vuorokausiarvo

Palosaaren sillan voimalaitoksen  
savukaasupäästöjen  
leviämislaskema

Konepajaranta

PM10 mallinnus  
9.4.2024

©MML Maastokartta ja  
Maastotietokanta 2024  
Laatija: PTT/Envieer Oy



**Selite**

- ▲ 8 krs
- 16/12 krs
- Palosaaren voimalaitos
- PM10-pitoisuus (ug/m3)
- 0,05 - 0,08
- 0,08 - 0,1
- 0,1 - 0,2
- > 0,2

Liite 10: Reseptoripiste 45 m Vuosikeskiarvo

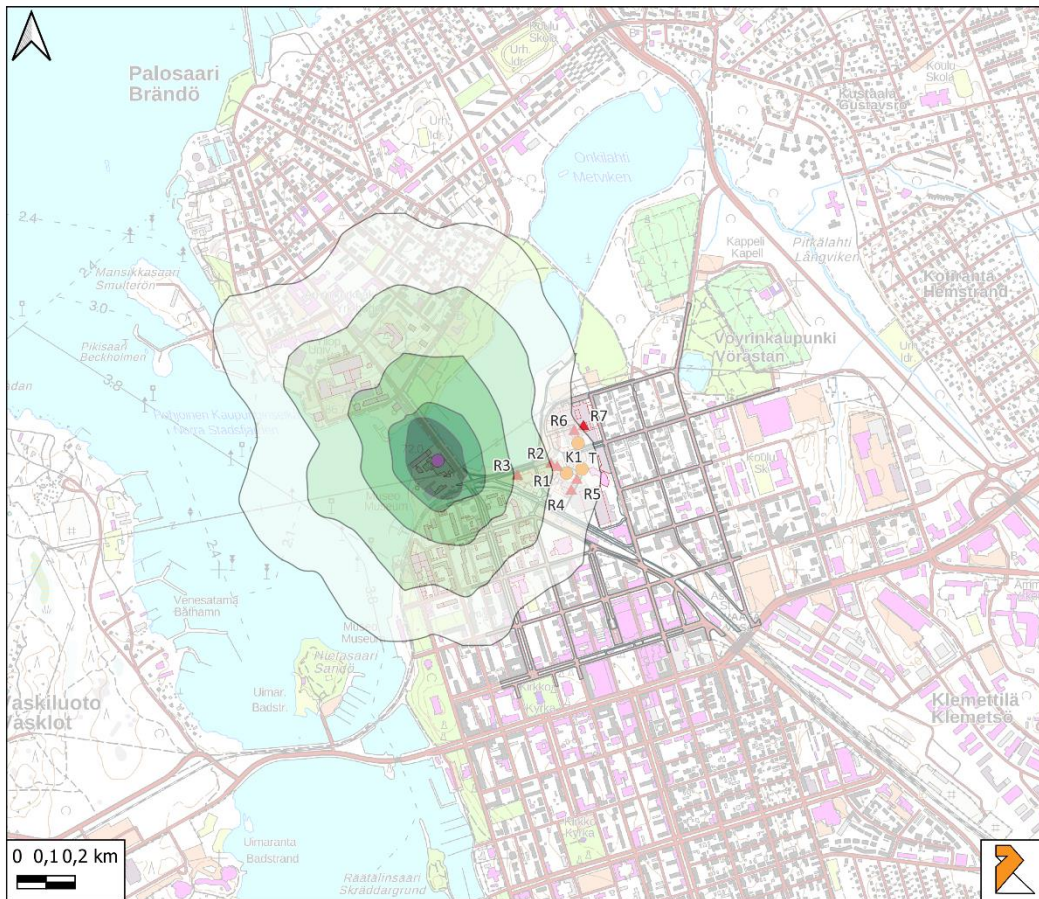
Palosaaren sillan voimalaitoksen savukaasupäästöjen leviämislaskema

Konepajanranta

PM10 mallinnus 9.4.2024

©MML Maastokartta ja Maastotietokanta 2024  
Laatija: PTT/Envineer Oy





### Selite

- ▲ 8 krs
- 16/12 krs
- Palosaaren voimalaitos
- PM10-pitoisuus (ug/m3)
- 0,6 - 1,0
- 1,0 - 2,0
- 2,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- > 10,0

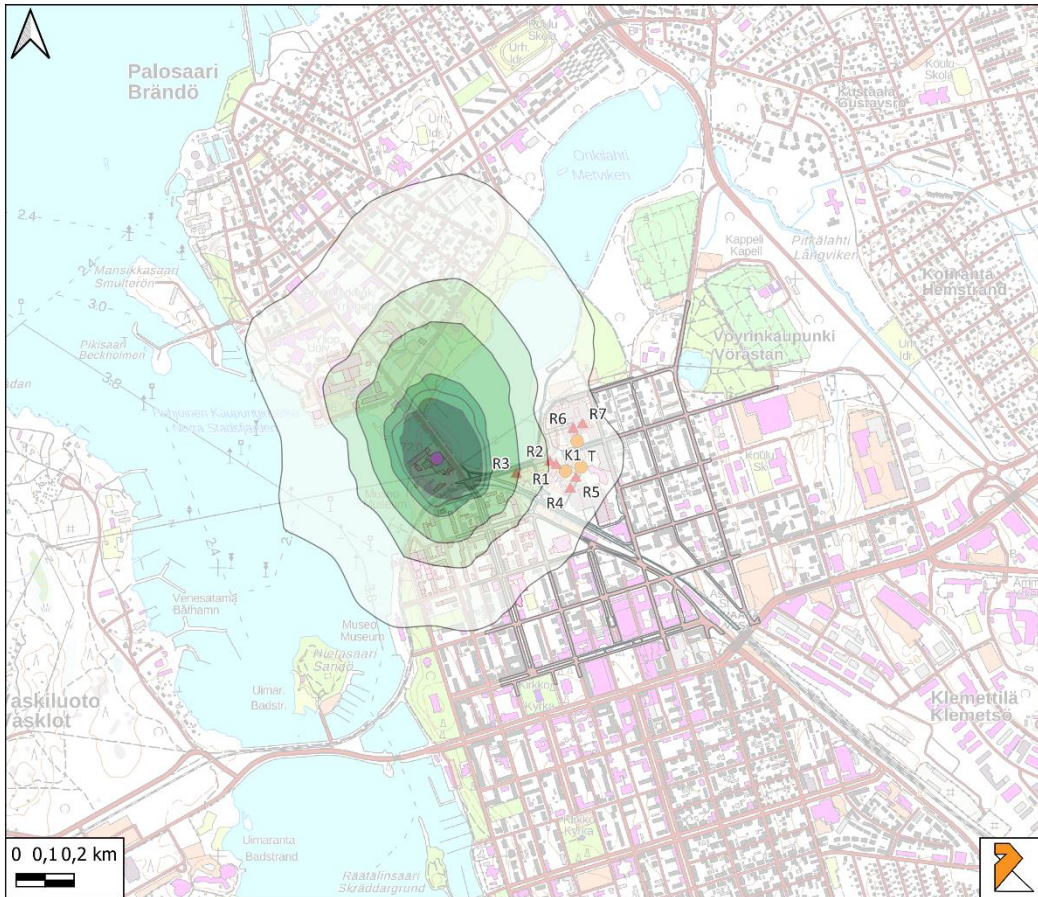
Liite 11: Reseptoripiste 65 m  
Vuoden 36. korkein  
vuorokausiarvo

Palosaaren sillan voimalaitoksen  
savukaasupäästöjen  
leviämislaskema

Konepajanranta

PM10 mallinnus  
9.4.2024

©MML Maastokartta ja  
Maastotietokanta 2024  
Laatija: PTT/Envieer Oy



### Selite

- ▲ 8 krs
- 16/12 krs
- Palosaaren voimalaitos
- PM10-pitoisuus (ug/m3)
- 0,1 - 0,2
- 0,2 - 0,3
- 0,3 - 0,6
- 0,6 - 1,0
- > 1,0

Liite 12: Reseptoripiste 65 m Vuosikeskiarvo

Palosaaren sillan voimalaitoksen savukaasupäästöjen leviämislaskema

Konepajannranta

PM10 mallinnus  
9.4.2024

©MML Maastokartta ja  
Maastotietokanta 2024  
Laatija: PTT/Envineer Oy

envineer.fi

